



GESTIÓN DEL RIESGO CORPORATIVO Y OPCIONES REALES¹

Corporate Risk Management and Real Options

Recepción: 24 de octubre de 2009 / Aprobación: 25 de marzo de 2010

JORGE ARMANDO ROSALES GÓMEZ²

GABRIEL IGNACIO TORRES AVENDAÑO³

Resumen

En la actualidad existen diversas metodologías para la valoración de proyectos de inversión, tales como flujos de caja descontados, dividendos descontados y valoración de opciones, entre otros. Los dos primeros métodos son los más comunes en el sector real. No obstante, este tipo de valoraciones presenta ciertas falencias de carácter técnico, en especial, por ser análisis estáticos que no tienen en cuenta aspectos del mercado como factores macroeconómicos, riesgo, volatilidad, etc. La propuesta de hacer un modelo con la metodología de Opciones Reales permite brindar una herramienta mucho más completa y asertiva a la hora de tomar decisiones de inversión, teniendo en cuenta factores macroeconómicos del sector e información real de las empresas involucradas en la negociación. Se requiere elaborar un modelo financiero para la valoración de un proyecto de inversión estratégica, como lo es la adquisición de una empresa. Esta valoración se realizará a través de la aplicación de la teoría de las Opciones Reales, para valorar opciones tales como, adquirir-abandonar, adquirir-expandir y adquirir-contratar.

Palabras clave: estrategia, riesgo, valoración, opciones reales.

1 Artículo derivado de investigación, del grupo de investigación en Finanzas y Banca-GIFIB, de la línea de investigación en Finanzas Corporativas, de la Universidad Eafit.

2 Ingeniero Mecánico y magíster en Administración (MBA) de la Universidad Eafit. Coordinador de Ventas Internacionales de la empresa Premex S.A. jrosales@eafit.edu.co

3 Ingeniero Industrial. Docente e investigador del Departamento de Finanzas de la Universidad Eafit. Especialista en Sistemas de Información. gabriel.torres@une.net.co



Abstract

At present there are several methodologies for the valuation of investment projects such as discounted cash flows, discounted dividends, and the options valuation, among others. However, these types of valuations show several technical flaws, in particular, they are static analyses which do not take into account market issues such as macroeconomic factors, risk, volatility, etc. The proposal of a model based on the Real Options methodology pretends to provide a much more assertive tool for taking investment decisions, taking into account the macroeconomic factors of the industry and true information about the companies involved in such negotiation. To develop a financial model for the assessment of a proposed strategic investment –i.e., to acquire a company– is required. This assessment will be done through the application of the theory of real options in order to value several options, such as acquire-leave, acquire-expand, or acquire-contract, in order to make the right investment decision at the right time.

Key Words: Strategy, Risk, Assessment, Real Options.



Introducción

El presente trabajo se enmarca dentro del sector de la nutrición animal en Colombia. Allí se mencionarán dos empresas, las cuales por motivos de confidencialidad no expondrán sus nombres. Una de ellas será la compradora, que pertenece al segmento de la micro-nutrición, y la otra empresa será la vendedora, que pertenece al segmento de los aditivos químicos; es decir, la compradora evaluará la posibilidad de realizar una inversión estratégica al adquirir la empresa vendedora, con la finalidad de ampliar su portafolio de productos y brindar una solución más completa e integral a sus clientes, al tener presencia en diversos segmentos del mencionado mercado.

Existen diversas formas de penetrar mercados: distribución, franquicias, *join venture*, adquisición, presencia propia, entre otras. El método depende del tamaño y la competitividad del mercado objetivo; por ejemplo, cuando se desea ingresar a mercados grandes y competidos, generalmente se analizan las últimas dos opciones.

Una de las estrategias que actualmente despliega la empresa compradora, es la de penetrar nuevos mercados, con la finalidad de expandir su propuesta de valor a través de distribuidores -cuando el mercado es muy concentrado o relativamente pequeño, y a través de plantas de producción propias, cuando el mercado es bastante competitivo y de gran tamaño.

Sin embargo, después de un análisis detallado del mercado objetivo y de la inversión requerida para penetrarlo, la empresa compradora tomó la decisión de adquirir una firma, compañía que ya tiene una parte de dicho mercado, una clientela establecida, unas instalaciones y un *good will*; es decir, una marca reconocida en el mercado (muchas veces el hecho de ingresar con marcas propias no reconocidas en otros mercados, dilata la posibilidad de un crecimiento en ventas, lo que requiere de una alta inversión en mercadeo de marca).

Esta adquisición se convierte en una inversión estratégica y difiere de otro tipo de inversiones, en que ésta busca cumplir con el propósito de la empresa a mediano y largo plazo, incrementar su base de clientes, sus ingresos y garantizar así su rentabilidad en el tiempo. No obstante, esta inversión presenta un alto riesgo debido al desconocimiento de la compañía a adquirir, y de la volatilidad del mercado objetivo. Ambos factores incrementan la incertidumbre de la inversión, por tanto una valoración común de la empresa a adquirir no basta.

Por tanto, se propone presentar a la empresa compradora varias opciones de inversión en las que se incluya el riesgo del mercado, la volatilidad del sector, y se visualicen diversos escenarios que podrían presentarse luego de la inversión, lo cual será determinante para que el inversionista tenga claro los riesgos que corre al hacer la inversión y las coberturas que debería tener en caso de invertir.

Con base en lo anterior, se pretende modelar tres opciones reales que muestren escenarios positivos y negativos, lu-



ego de la adquisición de la compañía, para que el inversionista tenga una idea clara acerca del valor que la inversión agrega a su compañía en cada caso. Para ello, se analizarán las opciones adquirir-abandonar (la empresa compradora adquiere la empresa vendedora y luego abandona dicha inversión a través de una venta por un valor de salvamento), adquirir-expandir (la empresa compradora adquiere la empresa vendedora y luego hace una expansión al interior de la empresa adquirida a través de una inversión adicional) y adquirir-contrair (la empresa compradora adquiere la empresa vendedora y luego hace una contracción al interior de la empresa adquirida a través de un recorte en su capacidad). De esta manera, la empresa compradora podrá tener una idea de tres escenarios diferentes y muy reales del negocio, y así tomar la mejor decisión de inversión.

Para la elaboración del modelo se llevará a cabo el siguiente procedimiento:

- Recolección de estados financieros de la empresa compradora.
- Recolección del precio de venta de la empresa vendedora.
- Elaboración del flujo de caja de la empresa compradora.
- Determinación de las distribuciones de cada rubro dentro del flujo de caja.
- Elaboración del modelo de flujo de caja para la determinación del VNP, donde cada rubro se itera de acuerdo a la distribución determinada, y donde la utilidad bruta y el flujo de caja libre son las entradas del sistema.
- Se analizan los resultados obtenidos por el modelo corrido en Oracle® Crystal Ball (software desarrollado por Oracle® para elaborar modelos de predicción, pronósticos, simulación y optimización de factores que afecten el riesgo. Se pueden usar otros programas de modelación de riesgo como @RISK pero se usó el primero por facilidad en su consecución), con la finalidad de hallar la varianza del VNP, que a su vez representa la volatilidad del negocio, dato requerido para la elaboración de las opciones. A la vez, se hace un análisis de sensibilidad para determinar qué factores influyen de manera representativa en ese VNP.
- Posteriormente, se procede a elaborar las opciones de acuerdo a la teoría de las opciones reales.
- Por último, se analizan los resultados de las opciones.

Finalmente, y ya con las opciones elaboradas, la empresa podrá tomar la mejor decisión a la hora de realizar la inversión, la cual estará sustentada por el valor que esta adquisición generará en la compañía compradora.

1. Teoría de opciones aplicada al sector real

Las opciones reales son derechos que las empresas poseen sobre determinados activos y que les permiten adaptarse al entorno con mayor flexibilidad y soportando menores riesgos. Desde la perspectiva de las opciones reales, el activo total de la empresa se compone de las inversiones ejecutadas y en funcionamiento, y de sus oportunidades futuras de inversión. Por tanto, se considera que el valor de mercado que no queda explicado por el valor de los activos tangibles e intangibles actuales de la empresa, se debe al valor de sus opciones reales.⁴

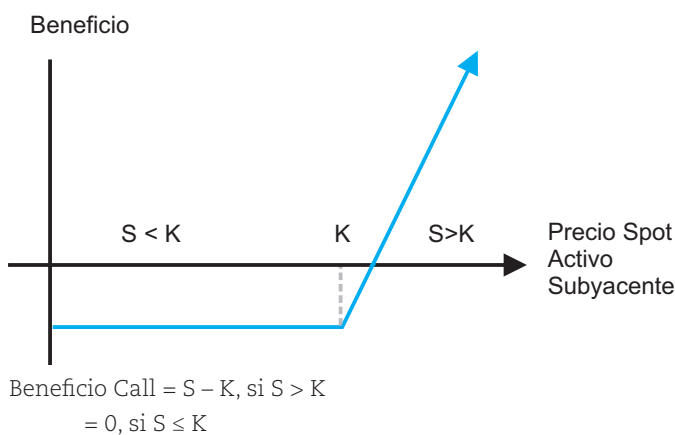
Definición de Opción:⁵ una opción es un contrato que proporciona a su poseedor (el comprador) el derecho, y no la obligación, de comprar (si es una opción de compra) o de vender (si es una opción de venta) una cantidad de activos, a un precio establecido (strike price o exercise price) en una fecha determinada (exercise date, expiration date, maturity). La fecha puede ser un período abierto o una fecha futura determinada.

Las opciones reales existen en un proyecto cuando se tiene la posibilidad real de alterar el futuro ante un cambio en las circunstancias, hay flexibilidad operativa, existe una elevada incertidumbre, las decisiones son irreversibles.

Tipos de opciones en función del Derecho

Opción de compra (call): cuando el derecho es a comprar.

Gráfica 1. Opción Call



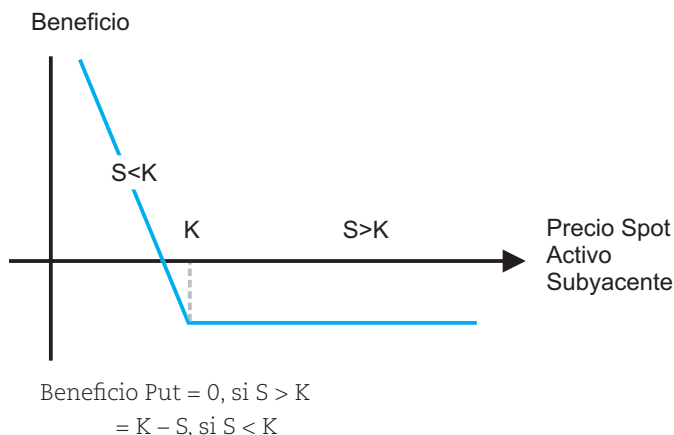
4 ESPITIA ESCUER, Manuel y PASTOR AGUSTÍN, Gema (2003). Las Opciones Reales y su Influencia en la Valoración de Empresas. En: Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales Universidad de Zaragoza. Abril-Junio. N.º 1, p. 1.

5 LÓPEZ LUBIÁN, Francisco J. (2003). Opciones Reales y Decisiones Estratégicas. En: Revista de Empresa. Abril-Junio. N.º 4, p. 85-86.



Opción de venta (put): cuando el derecho es a vender.

Gráfica 2. Opción Put



Tipos de Opciones en función del Plazo:

- **Opción europea:** cuando la fecha de ejercicio es fija.
- **Opción americana:** cuando la fecha de ejercicio es un período abierto.

Tipos de Opciones en función del Activo:

- **Opciones financieras:** sobre activos financieros.
- **Opciones reales:** sobre activos reales.

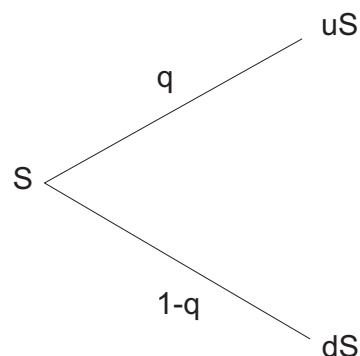
Existen diversos métodos para la valoración de opciones reales: usando las ecuaciones diseñadas para cada tipo de opción o empleando la metodología de árboles binomiales. Esta última es la seleccionada para la elaboración de este modelo (por preferencia de los autores en la metodología) y la cual se explica a continuación.

Árboles Binomiales:⁶ son ampliamente utilizados para valorar acciones y proyectos, ya que permiten estudiar los proyectos por etapas y estar haciendo continuas evaluaciones y cambios en las decisiones y estrategias a seguir.

El árbol binomial presenta diferentes trayectorias o tendencias que pueden ser seguidas por los precios de las acciones o por el valor comercial de las empresas durante la vida futura de éstas, dependiendo de la volatilidad histórica y el comportamiento de otras variables. Otra ventaja de los árboles binomiales es que permiten valorar opciones americanas, que pueden madurar en cualquier momento a diferencia de las europeas, que tienen fecha específica de vencimiento.

La gráfica 3 esquematiza un árbol binomial de un paso.

Gráfica 3. Árbol binomial de un paso



Donde:

S = precio inicial de una acción.
 u = factor que aumenta el precio.
 d = factor que reduce el precio.
 uS = precio aumentado al final del período.
 dS = precio reducido al final del período.
 q = probabilidad de que el precio aumente.
 $1-q$ = probabilidad de que el precio se reduzca.

2. Desarrollo del modelo de valoración a través de opciones reales

2.1. Definición del negocio

Cliente: se refiere a quién satisface el negocio, sea comprador, influyente o usuario. Para el caso de la empresa que desea hacer la inversión se hablará de cliente como aquel automezclador de rendimiento superior o cualquier fabricante de alimento balanceado.

Necesidades: se refiere a qué es lo que satisface el negocio, ya sean necesidades objetivas o subjetivas. En este caso se hablará de necesidades, como todos aquellos requerimientos nutricionales relacionados con minerales, aminoácidos, vitaminas y otros aditivos para la fabricación de alimento balanceado.

Recursos estratégicos: se refiere a cómo se satisfacen las necesidades del cliente. Para este caso se referirá a capacidades básicas, activos estratégicos y procesos básicos.

6 GÓMEZ MEJÍA, Alberto (2008). Valoración comercial de empresas con opciones reales. Cali: Universidad Libre, p. 137.

2.2. Estados financieros de empresa colombiana y empresa a ser adquirida

Para la elaboración del modelo se requieren los estados financieros de la empresa que adquiere, por un período de al menos cinco años, con la finalidad de tener una muestra representativa que permita determinar las distribuciones de cada uno de los rubros que componen su flujo de caja. Para este caso se tienen los estados financieros desde el año 2003 al año 2008 en COP (Colombian Peso).

Los estados financieros de la empresa a ser adquirida sólo se requieren para hacer la valoración de la misma a través del método de los flujos de caja descontados. Sin embargo, teniendo en cuenta que esta empresa ya ha sido valorada, no se requiere realizar este proceso de valoración durante esta investigación.

2.3. Desarrollo de flujos de caja y definición de variables críticas

Estos estados financieros mencionados anteriormente, deben ser complementados con la elaboración de los flujos de caja para cada año, calculando la variación en capital de trabajo.

Estos flujos de caja permitirán calcular el valor presente de la empresa, flujos descontados con el WACC (*Weighted Average Cost of Capital*) calculado por la compañía en un 19% e.a. (información entregada por el área financiera de la compañía compradora).

2.4. Simulación y análisis de variables críticas

A continuación se explicará el procedimiento llevado a cabo para determinar el modelo que permite simular los flujos de caja esperados, los cuales determinarán el Valor Presente de la empresa compradora, cifra fundamental para determinar el ejercicio de la opción.

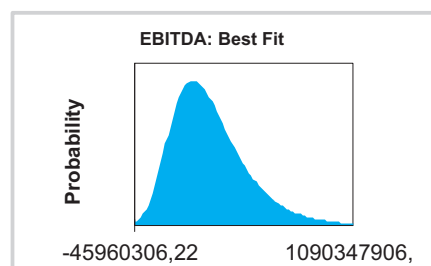
2.4.1. Se determinan, con base en el conocimiento de la empresa, los indicadores y rubros que deberán participar de la simulación. Es decir, se toma la decisión de dejar por fuera relaciones, ratios, coeficientes, índices, etc.

2.4.2. Con la ayuda del software Oracle® Crystal Ball y su herramienta *Batch Fit* se determina la mejor distribución para cada uno de los rubros seleccionados. Para este análisis se toma como herramienta la prueba de *Kolmogorov-Smirnov*, la cual es una prueba no paramétrica que permite determinar el ajuste de dos distribuciones de probabilidad entre sí.

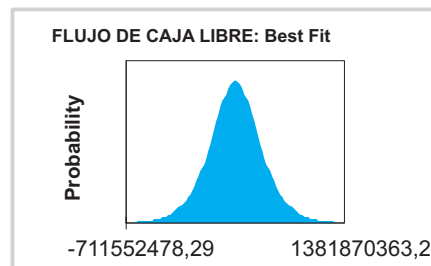
Gráfica 4. Distribución (Beta) para Ingresos Operacionales



Gráfica 5. Distribución (Maximum Extreme) para EBITDA



Gráfica 6. Distribución (Logistic) para Flujo de Caja Libre



2.4.3. Teniendo la distribución de cada uno de los factores que componen el flujo de caja, se procede a elaborar el modelo a través de la parametrización de estos rubros. Para este caso las *outputs* del modelo serán la Utilidad Bruta y el Flujo de Caja Libre, y posteriormente, el Valor Presente de los mismos. El año cero está parametrizado con base en los resultados estadísticos de la empresa compradora.

A la vez, se han determinado ciertos factores que podrían impactar de manera directa el negocio, los cuales son:

Riesgo político (EMBI): es importante tener en cuenta el riesgo país dentro del modelo, en aras de representar esa volatilidad macroeconómica dentro del modelo, por lo que el embi se interpretará como un indicador del riesgo político. Se tiene una muestra mensual de tres años.

Devaluación (TRM cierre): este tipo de operaciones de compra y venta de compañías, al igual que las valoraciones, se



realizan en moneda extranjera, generalmente en dólares, por lo que se ingresará al modelo la fluctuación de esta divisa. El impacto de la divisa es importante teniendo en cuenta la devaluación o reevaluación que refleje en el valor de las empresas (ingreso de la empresa adquirida y egreso de la empresa compradora). Se tiene una muestra mensual de tres años.

Crecimiento del sector (PIB sector agropecuario): es un rubro interesante a nivel macroeconómico, pero más que eso es un factor que influye en la valorización o desvalorización de la empresa a ser adquirida, lo cual impacta directamente en la decisión de ejercer o no la opción. Se tiene una muestra trimestral de 2 años.

Materias primas (metionina, lisina, treonina, vitamina E, vitamina D, pantotenato, riboflavina): estas materias primas (*commodities*) reflejan las variaciones en los precios de esta industria y los ciclos económicos que este sector maneja normalmente, las cuales corresponden directamente a la ley de oferta y demanda. Se tiene una muestra mensual de tres años.

Estos factores fueron tenidos en cuenta para proyectar el crecimiento porcentual de los ingresos operacionales y del costo de ventas para este modelo, para lo cual se realizó un análisis de correlaciones.

Correlaciones:

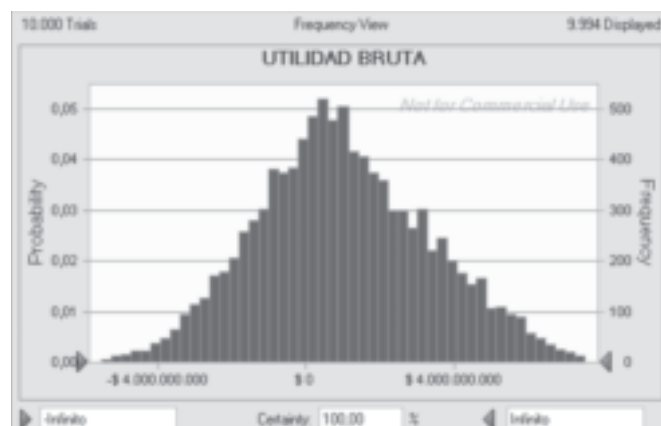
Para determinar el crecimiento de los ingresos operacionales y el costo de ventas, se realizaron análisis de regresión. Para ambos rubros se evaluaron los siguientes factores: PIB del sector, EMBI, Metionina, Lisina, Treonina, Vitamina E, Vitamina D, Pantotenato.

Para todos los factores se evaluó una muestra de ocho trimestres. Sin embargo, los resultados obtenidos fueron relaciones positivas débiles y, en pocos casos (Vitamina E, Lisina y Metionina, ingredientes básicos para la fabricación de premezclas), positivas moderadas. A la vez, se analizó el R² para cada caso, y ninguno logra explicar de manera significativa el comportamiento de la variable del flujo de caja. Por último, se analizó el Estadístico T para evaluar la hipótesis o prueba de significación, pero los resultados tampoco fueron significativos, por lo que se tomó la decisión de generar incrementos porcentuales del 5% anual (incremento definido arbitrariamente para facilidad en los cálculos), con base en el primer año y no crecimientos relacionados con los factores analizados anteriormente.

2.4.4. Luego de correr la simulación del modelo elaborado a través del Oracle® Crystal Ball, se generan los gráficos de frecuen-

cia, probabilidad y tendencias para la Utilidad Bruta, el Flujo de Caja Libre y el Valor Presente Neto, con la finalidad de determinar y visualizar los rangos de certidumbre e incertidumbre.

Gráfica 7. Distribución para Utilidad Bruta



Gráfica 8. Distribución para Flujo de Caja Libre



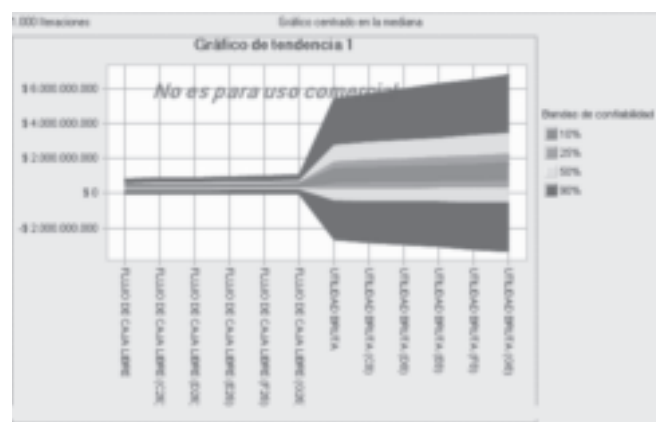
Gráfica 9. Distribución para Valor Presente Neto





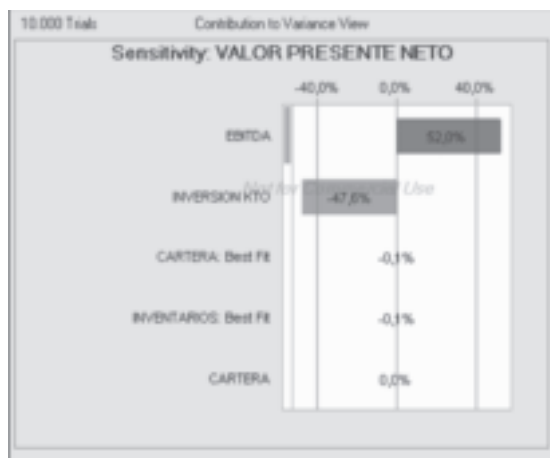
Por ejemplo, del gráfico anterior, se concluye que el VNP estará en el rango entre \$0 y \$4.000'000.000 con una confiabilidad del 93.3%.

Gráfica 10. Tendencia de rangos para Utilidad Bruta y Flujo de Caja Libre

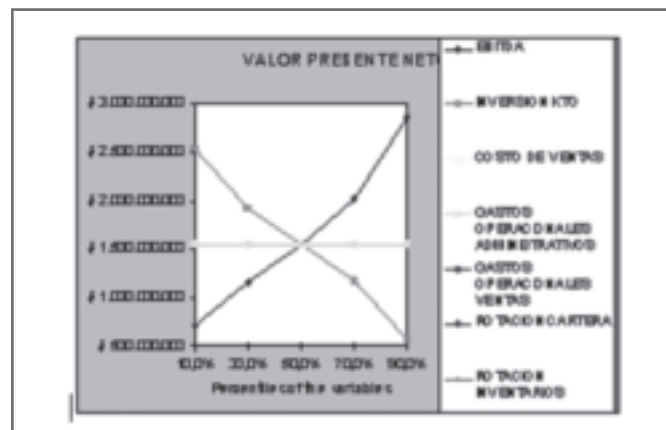


2.4.5. Se elabora un Análisis de Tornado y de sensibilidad para los tres rubros fundamentales, los cuales permiten determinar qué variables realmente impactan al resultado final, y así depurar mucho más el modelo realizado.

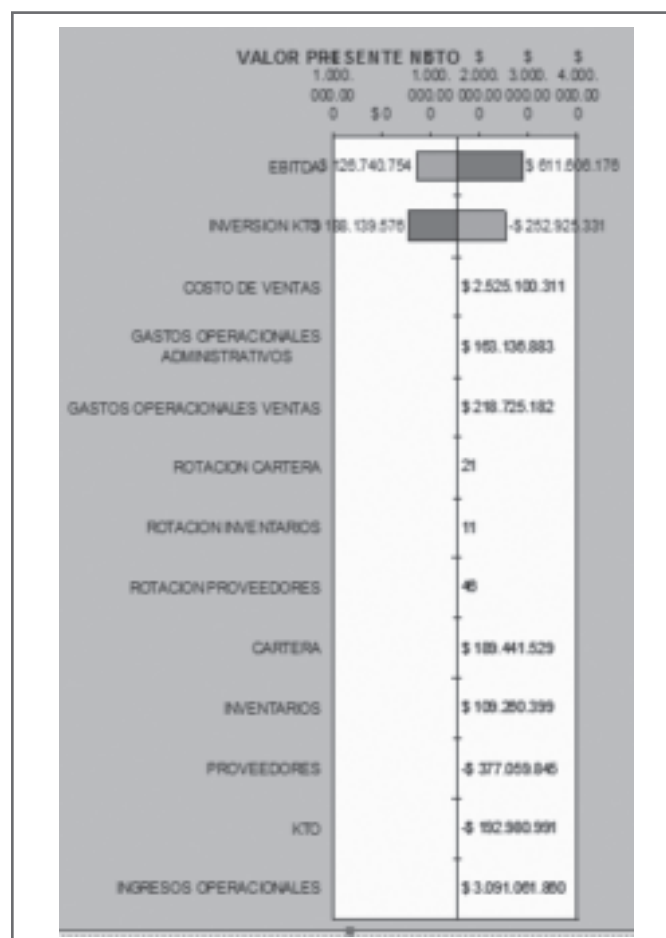
Gráfica 11. Sensibilidad para Valor Presente Neto



Gráfica 12. Sensibilidad (spider) para Valor Presente Neto

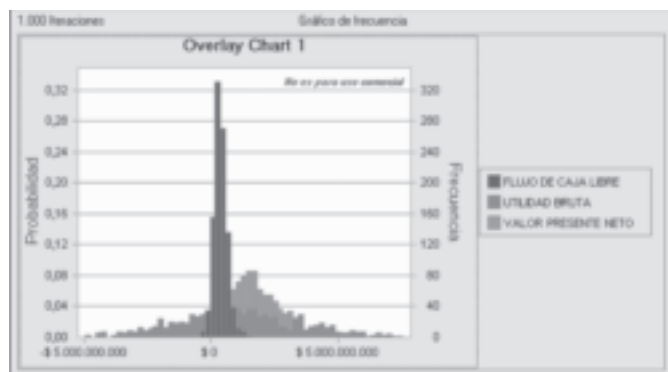


Gráfica 13. Análisis de Tornado para Valor Presente Neto



De las gráficas anteriores se infiere que, como era de esperarse, el EBITDA y la inversión en capital de trabajo (KTO) son las grandes protagonistas del comportamiento del VNP.

Gráfica 14. Frecuencias para Flujo de Caja Libre, Utilidad Bruta y Valor Presente Neto



La gráfica anterior muestra qué tan dispersos pueden estar la Utilidad Bruta, el FCL y el VNP, y dentro de qué rangos puede comportarse.

2.4.6. Se procede a determinar la desviación estándar del VNP, es decir, la volatilidad en términos porcentuales, dato fundamental para la estructuración de las opciones, en la cual se obtuvo un resultado de 109%.

Esta volatilidad fue calculada como el logaritmo natural del cociente entre las iteraciones n y $n+1$ del VNP para la empresa compradora, desarrolladas en el modelo.

A continuación y a manera de resumen se muestra un esquema gráfico que compila el proceso descrito anteriormente para la elaboración de las opciones.

2.5. Árboles binomiales y tipos de opciones

2.5.1. Opción Adquirir-Abandonar

Esta opción hace referencia a la situación en la que se compra la empresa pero, si en el futuro y dentro del plazo de la opción, la empresa adquirida no logra la valorización esperada, se procede a ejecutar la opción de abandonarla. Esto implica el caso de una inversión con alto grado de incertidumbre acerca de su funcionamiento, por lo cual no se puede descartar la posibilidad de abandonar la inversión.

La opción Adquirir-Abandonar funciona de la siguiente manera:

- Si $VO > VS$; continuar proyecto
- Si $VO \leq VS$; abandonar proyecto

Donde:

- VP (valor presente del activo subyacente): hace referencia al valor presente de la empresa a adquirir. Para este caso se manejará un valor de \$10.000 000.000.
- VA: valor del activo subyacente.
- VO: valor de la opción.
- σ (varianza del valor del activo subyacente): hace referencia a la volatilidad del negocio. Este valor fue calculado previamente según lo explicado en el numeral 2.4.6.
- VS (valor de salvamento): hace referencia al valor de abandono del proyecto, el cual será del 50% del valor de compra de la compañía, es decir, \$5.000 000.000.
- t (madurez de la opción): fecha de vencimiento de la opción, el cual será de 5 años.
- r (tasa libre de riesgo): como caso colombiano, se manejará la tasa de los TES a 10 años, la cual está en 7.71% E. A. (por ser la tasa y el plazo más comúnmente utilizadas en modelación financiera).
- y (tasa de dividendos): significa el costo de no tomar la decisión de abandonar (impuestos anualizados, gastos de mantenimiento que tienen que pagar cada año en que se aplaza el abandono, medidos como proporción del valor del activo, es decir, el flujo de caja).⁷ Para este caso se asumirá un valor del 5%.

Para la parte operativa de la estructuración de la opción, se requieren calcular los siguientes factores:

- dt : variación en el tiempo. Los pasos hacen referencia al número de intervalos que componen el árbol binomial (opción). Mientras más pasos más exacto será el resultado (es decir, se acercará al resultado obtenido a través del modelo de Black Scholes). Para este caso se eligieron 5 pasos sólo por ser el número más frecuente de pasos usados en la valoración de opciones a través de árboles binomiales.

$$dt = \frac{t}{\text{pasos}} = \frac{5}{5} = 1$$

Ecuación 1. dt

- u : factor que aumenta el precio.

$$u = e^{\sigma \sqrt{dt}} = e^{1.09 \times \sqrt{1}} = 2.97$$

Ecuación 2. U

⁷ GÓMEZ MEJÍA, Alberto (2008). Valoración comercial de empresas con opciones reales. Cali: Universidad Libre, p. 155.

- d: factor que disminuye el precio.

$$d = \frac{1}{u} = \frac{1}{2.97} = 0.34$$

Ecuación 3. d

- p: probabilidad de que el precio aumente, considerando $0 < p < 1$.

$$p = \frac{e^{(r-y) \times dt} - d}{u - d} = \frac{e^{(0.0771 - 0.05) \times 1} - 0.34}{2.97 - 0.34} = 26.20\%$$

Ecuación 4. p

- 1-p: probabilidad de que el precio se reduzca.

$$1 - p = 1 - 26.20\% = 73.80\%$$

Ecuación 5. 1-p

- Factor de descuento:

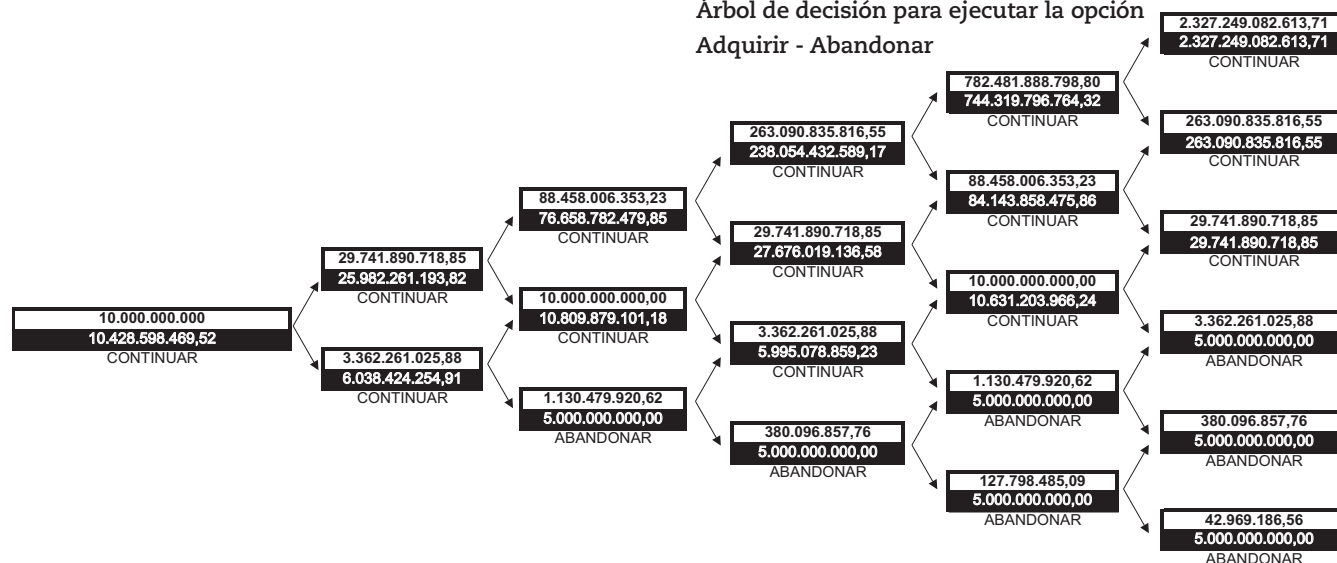
$$fd = e^{-r \times dt} = e^{-0.0771 \times 1} = 0.93$$

Ecuación 6. Factor de descuento

Esta opción no es negociable como cualquier contrato de opciones financieras sino que es una herramienta de análisis que aumenta o reduce el valor de la empresa.⁸

Ya habiendo calculado todos los factores, los cuales serán requeridos para valorar esta y las otras opciones, procedemos a elaborar el árbol binomial que, a su vez, permitirá determinar el valor de la opción adquirir-abandonar.

Gráfica 15. Árbol Binomial Opción Adquirir-Abandonar
Árbol de decisión para ejecutar la opción
Adquirir - Abandonar





Como resultado de la elaboración del árbol binomial, se obtiene un valor de opción de \$10.428 598.470. Luego, con ese valor de opción y el valor presente del activo subyacente, se calcula el valor de la prima (VO-VA) que pagaría la empresa compradora por el derecho a tener la opción de abandonar, el cual es de \$428'598.469. Como se mencionó anteriormente, este tipo de opciones no son negociables, por lo que se interpreta como el valor que le agrega al VNP de la empresa compradora adquirir la compañía y ejercer dicha opción de expansión.

2.5.2. Opción Adquirir-Expandir

Esta opción hace referencia a la situación en la que se compra la empresa pero, si en el futuro y dentro del plazo de la opción la empresa adquirida requiere incrementar su tamaño (ya sea en producción, en líneas de productos, o en infraestructura), se procede a ejecutar la opción de expandirla. Esto implica el caso de una inversión con igual grado de incertidumbre que en el caso anterior, pero se parte de la premisa de que la inversión será positiva y se tiene algo de optimismo puesto que es probable que haya que hacer una expansión a futuro.

La opción Adquirir-Expandir funciona de la siguiente manera:

- Si $VO > VA \times (1 + FE) - CI$; continuar proyecto (capacidad ociosa existente)
 - Si $VO \leq VA \times (1 + FE) - CI$; expandir proyecto (no hay capacidad)
- Donde:
- VP (valor presente del activo subyacente): hace referencia al VNP actual de la empresa a adquirir. En la opción anterior se definió un valor de \$10.000'000.000.
 - VA: valor del activo subyacente.
 - VO: valor de la opción.
 - FE (Factor de expansión): hace referencia al incremento porcentual que tendrá la expansión con respecto a la ca-

pacidad o tamaño actual. Para este caso asumiremos un incremento del 50%.

- σ (varianza del valor del activo subyacente): hace referencia a la volatilidad o incertidumbre de la expansión. Para este caso se mantendrá el valor determinado en la opción anterior, es decir, la volatilidad del negocio (de la empresa compradora).
- CI (costo de la inversión): hace referencia al valor de la inversión requerida para la expansión, el cual será del 25% del valor de compra de la compañía, es decir \$2.500 000.000.
- t (madurez de la opción): fecha de vencimiento de la opción, el cual será de 5 años.
- r (tasa libre de riesgo): como caso colombiano, se manejará la tasa de los tes a 10 años, la cual está en 7.71% E. A.
- y (tasa de dividendos): significa el costo de no tomar la decisión de abandonar (impuestos anualizados, gastos de mantenimiento que tienen que pagar cada año en que se aplaza el abandono, medidos como proporción del valor del activo, es decir, el flujo de caja).⁹ Para este caso se asumirá un valor del 5%.

Para la parte operativa de la estructuración de la opción, los factores calculados en la opción anterior se mantienen:

- $dt = 1$
- $u = 2.97$
- $d = 0.34$
- $p = 26.30\%$
- $1 - p = 73.80\%$
- $fd = 0.93$

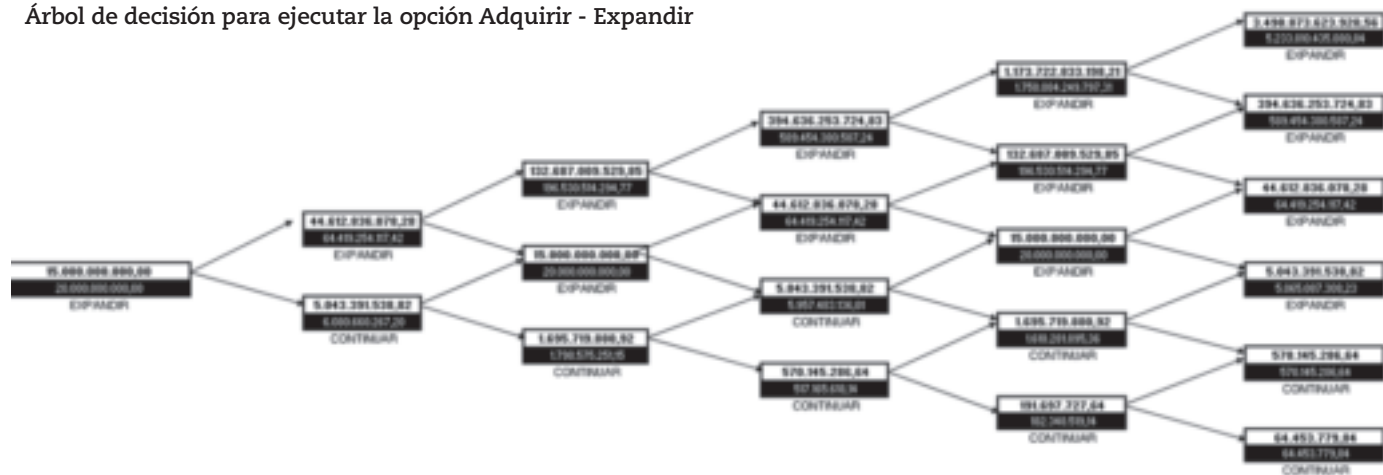
Esta opción no es negociable como cualquier contrato de opciones financieras sino que es una herramienta de análisis que aumenta o reduce el valor de la empresa.¹⁰

Procedemos a elaborar el árbol binomial que, a su vez, permitirá determinar el valor de la opción adquirir-expandir.

9 GÓMEZ MEJÍA, Alberto (2008). Valoración comercial de empresas con opciones reales. Cali: Universidad Libre, p. 155.

10 Ibíd. p. 166.

Gráfica 16. Árbol Binomial Opción Adquirir-Expandir
Árbol de decisión para ejecutar la opción Adquirir - Expandir



Como resultado de la elaboración del árbol binomial, se obtiene un valor de opción de \$12.873'094.575. Luego, con ese valor de opción y el valor presente del activo subyacente, se calcula el valor de la prima ($VO - VA$) que pagaría la empresa compradora por el derecho a tener la opción de expandir, el cual es de \$2.873'094.575. Como se mencionó anteriormente, este tipo de opciones no son negociables, por lo que se interpreta como el valor que le agrega al VNP de la empresa compradora adquirir la compañía y ejercer dicha opción de contracción.

Lo anterior significa que se debe expandir, invertir en el segundo proyecto, cuando el precio total de la empresa (incluyendo la opción) sea igual al valor intrínseco ($VA \times (1 + FE) - CI$) con el fin de generar mayor flujo de caja, generar valor. La igualdad de precio y valor intrínseco implica que se ha alcanzado la capacidad máxima de la empresa para aumentar el flujo de caja. Opuestamente, cuando el precio es superior al valor intrínseco hay todavía margen de acción; la empresa aún puede usar su actual infraestructura para aumentar valor comercial y la expansión puede esperar.¹¹

2.5.3. Opción Adquirir-Contraer

Esta opción hace referencia a la situación en la que se compra la empresa pero, si en el futuro y dentro del plazo de la opción la empresa adquirida requiere reducir su tamaño (ya sea

en producción, en líneas de productos, o en infraestructura), se procede a ejecutar la opción de contraerla. Esto implica el caso de una inversión con el mismo grado de incertidumbre de la opción anterior, pero se parte de la premisa de que la inversión muy probablemente requerirá de una reducción en la operación.

La opción Adquirir-Contraer funciona de la siguiente manera:

- Si $VO > VA \times (1 - FC) - AC$; continuar proyecto
- Si $VO \leq VA \times (1 - FC) - AC$; contraer proyecto

Donde:

- VP (valor presente del activo subyacente): hace referencia al VNP actual de la empresa a adquirir. En la opción anterior se definió un valor de \$10.000'000.000.
- VA: valor del activo subyacente.
- VO: valor de la opción.
- FC (Factor de contracción): hace referencia a la reducción porcentual que tendrá la contracción con respecto a la capacidad o tamaño actual. Para este caso asumiremos un decrecimiento del 50%.
- σ (varianza del valor del activo subyacente): hace referencia a la volatilidad o incertidumbre de la expansión. Para este caso se mantendrá el valor determinado en la opción anterior, es decir, la volatilidad del negocio (de la empresa compradora).
- AC (Ahorro contracción): corresponde al ahorro objetivo luego de hacer la contracción (reducción en producción,

11 Ibid. p. 167.

reducción en tamaño de la planta, recorte de nómina, etc.). Para este caso se estima un ahorro del 40% del VNP de la empresa a adquirir, es decir \$4.000 000.000.

- t (madurez de la opción): fecha de vencimiento de la opción, el cual será de 5 años.
- r (tasa libre de riesgo): como caso colombiano, se manejará la tasa de los TES a 10 años, la cual está en 7.71% E. A.
- y (tasa de dividendos): significa el costo de no tomar la decisión de abandonar (impuestos anualizados, gastos de mantenimiento que tienen que pagar cada año en que se aplaza el abandono, medidos como proporción del valor del activo, es decir, el flujo de caja).¹² Para este caso se asumirá un valor del 5%.

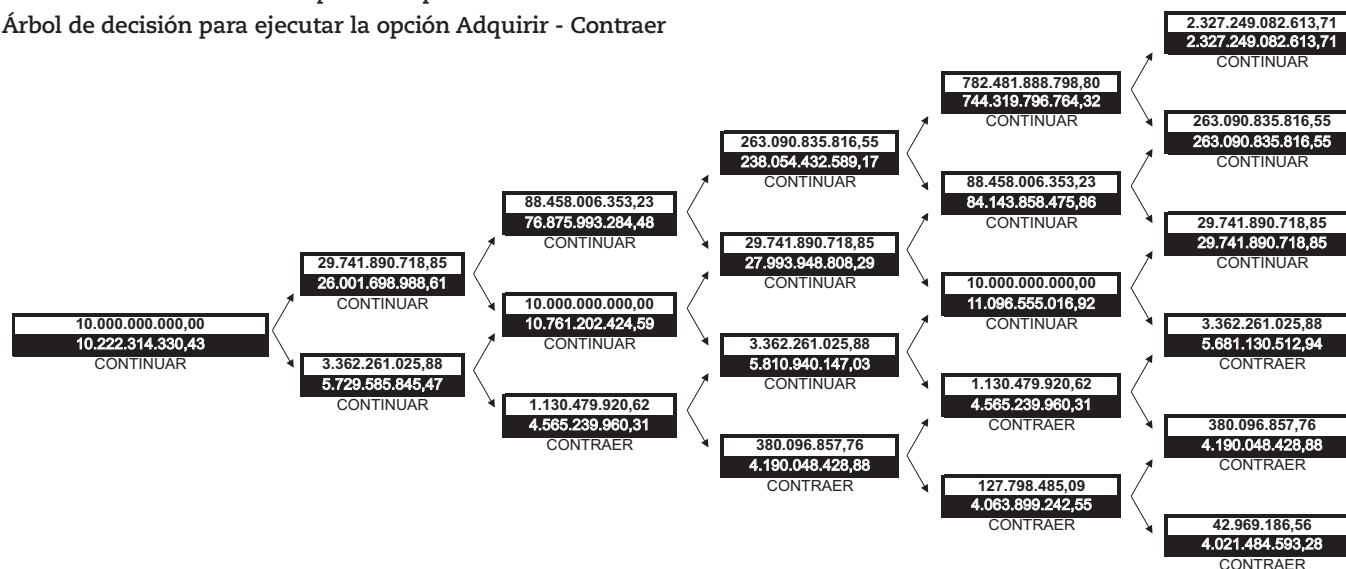
Para la parte operativa de la estructuración de la opción, los factores calculados en la opción anterior se mantienen:

- $dt = 1$
- $u = 2.97$
- $d = 0.34$
- $p = 26.30\%$
- $1 - p = 73.80\%$
- $fd = 0.93$

Esta opción no es negociable como cualquier contrato de opciones financieras, sino que es una herramienta de análisis que aumenta o reduce el valor de la empresa.¹³

Procedemos a elaborar el árbol binomial que, a su vez, permitirá determinar el valor de la opción Adquirir-Contraer.

Gráfica 17. Árbol Binomial Opción Adquirir-Contraer
Árbol de decisión para ejecutar la opción Adquirir - Contraer



Como resultado de la elaboración del árbol binomial, se obtiene un valor de opción de \$10.222'314.330. Luego, con ese valor de opción y el valor presente del activo subyacente, se calcula el valor de la prima (VO - VA) que pagaría la empresa compradora por el derecho a tener la opción de contraer, el cual es de \$222'314.330,43. Como se mencionó anteriormente, este tipo de opciones no son negociables, por lo que se interpreta como el valor que le agrega al VNP de la empresa compradora adquirir la compañía y ejercer dicha opción de abandono.



3. Conclusiones

Conocer el valor económico de una empresa es la base fundamental para la toma de decisiones a nivel empresarial, ya sea al interior de la misma (expansiones, contracciones) o de interacción con otras compañías (adquisiciones, fusiones). Por tanto, es necesario que las empresas conozcan los diversos métodos de valoración de empresas para estar en la capacidad de analizar la información que se tenga al respecto y tomar las decisiones correctas que permitan la generación de valor.

La metodología de opciones reales es una herramienta de gran ayuda para las compañías a la hora de realizar inversiones, debido a que es un método que cuantifica el valor que una inversión agrega al VNP del inversionista. A la vez, permite valorar diversos escenarios, lo cual disminuye el riesgo y la incertidumbre de dichas inversiones.

La opción Adquirir-Abandonar no es una opción negociable en el mercado, pero permite conocer el valor que una inversión de expansión puede agregar al VNP del inversionista. En este caso, la empresa adquiere a la otra compañía por \$10.000'000.000, en caso de llegar a cierta desvalorización ejerce la opción y vende la empresa adquirida por un valor de salvamento de \$5.000'000.000, el valor estratégico del proyecto sería de \$10.428'598.470 y el valor agregado que esta opción generaría para el VNP del inversionista sería de \$428.598.470.

La opción Adquirir-Expandir no es una opción negociable en el mercado, pero permite conocer el valor que una inversión de expansión puede agregar al VNP del inversionista. En este caso, la empresa adquiere a la otra compañía por \$10.000.000.000, realiza una inversión de \$2.500'000.000 para expandir la capacidad actual un 50%, el valor estratégico del proyecto sería de \$12.873'094.575 y el valor agregado que esta inversión generaría para el VNP del inversionista sería de \$2.873'094.575.

La opción Adquirir-Contraer no es una opción negociable en el mercado, pero permite conocer el valor que una inversión de contracción puede agregar al VNP del inversionista. En este caso, la empresa adquiere a la otra compañía por \$10.000'000.000, realiza una inversión de \$4.000'000.000 para contraer la capacidad actual un 50%, el valor estratégico del proyecto sería de \$10.222'314.330 y el valor agregado que esta inversión generaría para el VNP del inversionista sería de \$222'314.330.

Con base en las tres opciones analizadas anteriormente, el inversionista podrá tener una idea más clara acerca del valor estratégico de cada proyecto y el valor que le agregan, a

su estrategia de inversión, las distintas opciones o proyectos a ejecutar. Para este caso, se concluye que la estrategia que más genera valor sería la de duplicar la capacidad, pero esta estrategia depende del comportamiento del mercado. Y por el contrario, contraer la empresa en un 50% de acuerdo a las características mencionadas para la opción Contraer, sería la estrategia menos apropiada para el inversionista.

Cada una de las opciones anteriormente mencionadas puede ejecutarse, según el árbol de decisión, a partir del año en que la opción comienza a hacerse visible. Sin embargo, más que ser una instrucción cronológica es un punto de la metodología para llegar al precio de la opción, el cual es el objetivo primordial del método. No obstante, más que indicar el año en que se debe ejecutar la opción, lo importante es reconocer los diversos caminos que puede recorrer la valorización del VNP de la empresa y reconocer el valor del VNP que haría efectiva la opción.

Normalmente las opciones son objeto de análisis en los mercados de capitales, como títulos negociables cuyo objetivo fundamental es el de dar cobertura a posibles riesgos a futuro. Pero, tal y como se ha demostrado con el desarrollo de este trabajo, las opciones reales también son útiles en el sector real para realizar valoraciones de inversiones, proyectos, empresas, etc. Sin embargo, es importante mencionar que el resultado de la opción debe interpretarse como el valor agregado que genera al VNP del inversionista, y no como una prima pagable por ejercer la opción, pues este tipo de opciones no son negociables.

El método de valoración a través de opciones reales no trata de abolir el método de los flujos de caja descontados ni los otros métodos existentes. Al contrario, el objetivo de este método es el de complementar el resultado del valor del VNP encontrado en los otros métodos, con la finalidad de integrar a la valoración esa volatilidad del sector que podría permitirle al proyecto tomar otras rutas dentro de lapso evaluado.



Fuentes de consulta

- LÓPEZ LUBIÁN, Francisco J. Opciones Reales y Decisiones Estratégicas. En: Revista de Empresa. Abril-Junio, 2003. N.º 4, p. 82 - 87.
- JOHNSON, Gerry, SCHOLLES, Kevan y WHITTINGTON, Richard. Dirección Estratégica. 7 ed. Madrid: Pearson, 2006. p. 6, 10, 11, 16, 17.
- FATEMI, Aly y LUFT, Carl. Corporate risk Management Cost and benefits. En: Global Finance Journal. 2002. N.º 13, p. 29.
- AGUDELO R., Diego A. y FERNÁNDEZ G., Andrés F. Fundamentos de Matemáticas Financieras. 3 ed. Medellín: Universidad Eafit, 2008. p. 9.
- GÓMEZ MEJÍA, Alberto. Valoración comercial de empresas con opciones reales. Cali: Universidad Libre, 2008. p. 13, 14, 16, 17, 20, 96, 98, 105, 137, 155, 166, 167.
- ESPITIA ESCUER, Manuel y PASTOR AGUSTÍN, Gema. Las Opciones Reales y su Influencia en la Valoración de Empresas. En: Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales Universidad de Zaragoza. Abril-Junio, 2003. N.º 1, p. 1.
- REAL OPTION ANALYSIS TOOLKIT 2.1. Short Applications in Real Option Analysis. 2001-2004 Decisioneering, Inc., p. 19.
- GARCÍA MOLINA, Ricardo y SALAZAR MARTÍNEZ, Gabriel Jaime. Opciones Reales como herramienta para las decisiones estratégicas en Colombia. Trabajo de grado. Medellín: Universidad Eafit, 2009. 42 p.
- FLORES RÍOS, Luz Stella y MOSCOSO ESCOBAR, Jenny. Medición del valor en riesgo de los flujos de caja descontados para la empresa colombiana que no cotiza en bolsa. Trabajo de grado. Medellín: Universidad Eafit, 2009. 48 p.
- VAN WYK, Riaan y BOWEN, Paul. Project Risk Management practice: the case of a South African utility company. Rondebosch: University of Cape Town, 2007. 15 p.
- HULL, John C. Options, Futures, and other Derivatives. 4 ed. New Jersey: Prentice Hall, 2000. 720 p.
- SMIT, Han T. J. y TRIGEORGIS, Lenos. Strategic Investment: Real Options and Games. Princeton University Press. United States of America, 2004. 472 p.
- AMRAM, M. y KULATILAIKA, N. Opciones reales. Evaluación de inversiones en un mundo incierto. Gestión 2000. Harvard Business School Press. 311 p.